

RCNP 高エネルギー白色中性子照射場における PHITS コードの妥当性検証

Validation of PHITS code at the high-energy white-neutron irradiation field of RCNP

*佐藤 大樹¹, 安部 晋一郎¹, 神田 浩樹², 永山 啓一², 福田 光宏²,

依田 哲彦², Zhao Hang², 松井 昇大郎², 小林 信之²

¹JAEA, ²阪大

放射線挙動解析コード PHITS を用いて、大強度化に向けて改修した大阪大学核物理研究センター (RCNP) 高エネルギー白色中性子照射場の体系を構築し、線量率分布等を解析した。また、実施設の複数地点において実施した放射線測定の結果と PHITS の計算値を比較することで、PHITS 計算の妥当性について検証した。

キーワード : PHITS, JENDL-5, RCNP, 陽子ビーム, 白色中性子照射場, ガンマ線, 遮蔽, 線量率

1. 緒言 大阪大学 RCNP において、宇宙線由来の中性子による半導体ソフトウェア評価に利用できる高エネルギー白色中性子照射場の大強度化を進めている。これまでに、PHITS を活用して、従来の 10 倍の強度 (約 $10\mu\text{A}$) を持つ 392MeV 陽子ビームに対応した中性子生成ターゲット、ビームダンプ、コリメータ等を設計・導入した。本研究では、実施設で取得した測定値に基づき、PHITS 計算の妥当性を検証する。

2. 手法 PHITS ver.3.34 において、CAD 図面をもとに施設の詳細計算体系を構築した。放射線輸送は、陽子ビームのタングステンターゲットへの入射から開始し、PHITS のデフォルトである INCL 模型と JENDL-5 を用いて計算した。測定では、高エネルギー中性子対応減速型線量率モニタ Wendi-2 とガンマ線にも有感な有機シンチレータベースの DARWIN を用いて、中性子とガンマ線の線量率を複数地点で取得した。

3. 結果・考察 図 1 に半導体照射位置における中性子フルエンス率の測定値[1]と PHITS の計算値を示す。PHITS は広いエネルギー範囲にわたって測定値をよく再現した。図 2 は PHITS で計算した中性子線量率分布を示す。ターゲット周辺および中性子ビーム軸以外の領域では、遮蔽により線量率が落ちていることが分かる。半導体照射実験時の測定機器設置を想定して配置したコンクリートブロック後方での中性子およびガンマ線の線量率は、PHITS の計算結果とそれぞれ 5% および 15% 以内で一致した。また、その他の測定位置においても、PHITS はおおそファクター 2 以内で実測値を再現することが分かった。

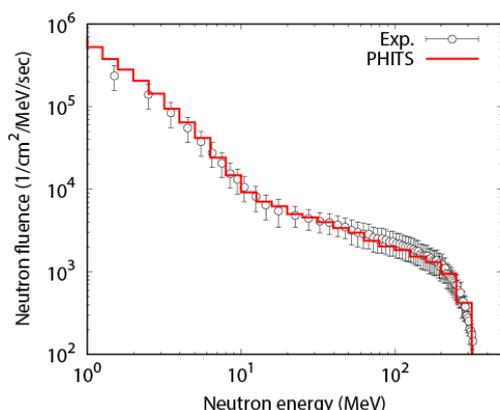


図 1 半導体照射位置における中性子フルエンス率

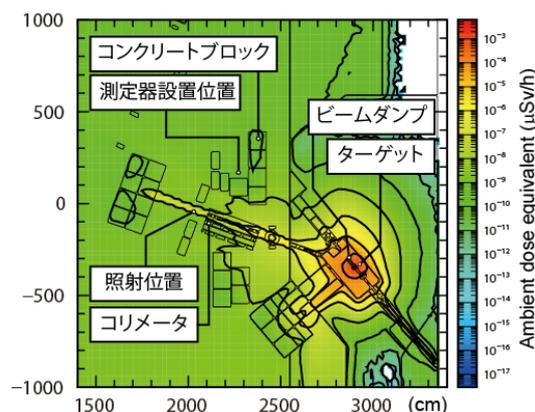


図 2 PHITS で計算した中性子線量率分布

参考文献

[1] Y. Iwamoto, M. Fukuda, Y. Sakamoto, et al., Nuclear Technology, 173(2), 210–217, 2011.

*Daiki Satoh¹, Shinichiro Abe¹, Hiroki Kanda², Keiichi Nagayama², Mitsuhiro Fukuda², Tetsuhiko Yorita², Hang Zhao², Shotaro Matsui² and Nobuyuki Kobayashi²

¹JAEA, ²Osaka Univ.